UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE

GUIDA DELLO STUDENTE

CORSO DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE

Classe delle Lauree in Scienze e Tecnologie Chimiche, Classe N. L-27

ANNO ACCADEMICO 2019/2020

Napoli, Agosto 2019

Finalità del Corso di Studi e sbocchi occupazionali

Il Laureato in Chimica Industriale possiede conoscenze di carattere chimico e tecnologico utilizzabili nel settore della chimica industriale e in altri settori produttivi. In particolare, ha adeguate conoscenze e capacità per svolgere compiti tecnici nella produzione, manipolazione, applicazione e controllo dei prodotti chimici e dei materiali. Ha una formazione scientifica sufficientemente solida nelle discipline di base per accedere ai successivi Corsi di Laurea Magistrale o Master di Primo Livello pertinenti.

Il Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale fornisce ai suoi studenti, nel primo anno di corso, una solida cultura scientifica di base (matematica, fisica e chimica generale). Nel secondo anno vengono rafforzate le basi culturali di chimica nei diversi settori disciplinari (chimica organica, chimica inorganica, chimica analitica e chimica fisica). Gli Insegnamenti del terzo anno (chimica industriale, chimica macromolecolare, impianti chimici) mirano a sviluppare una cultura professionale e tecnologica adeguata ad affrontare la moltitudine dei problemi tipici dell'industria chimica con mentalità pratica coniugata al rigore scientifico.

Tutto ciò fornisce al Chimico Industriale gli strumenti culturali per risolvere problemi teorici e pratici e gli conferisce, al massimo grado, una delle doti fra le più richieste dal mondo del lavoro: la flessibilità. Questa flessibilità è accentuata dalla presenza di Insegnamenti con i relativi laboratori che hanno una forte caratteristica interdisciplinare tra Chimica e Ingegneria Chimica.

Dal 2005 è stata riconosciuta al Corso di Laurea Triennale in Chimica Industriale una validità Europea, avendo conseguito il Chemistry EUROBACHELOR Label. Ciò significa che, al momento della Laurea, gli Studenti riceveranno il Diploma Supplement, un titolo riconosciuto dall'European Chemistry Thematic Network Association (ECTNA) spendibile nell'ambito della Comunità Europea.

Il Laureato in Chimica Industriale possiede conoscenze di carattere chimico e tecnologico utilizzabili nel settore della chimica industriale e in altri settori produttivi. In particolare, ha adeguate conoscenze e capacità per svolgere compiti tecnici nella produzione, manipolazione, applicazione e controllo dei prodotti chimici e dei materiali. Ha una formazione scientifica sufficientemente solida nelle discipline di base per accedere ai successivi Corsi di Laurea Magistrale o Master di Primo Livello pertinenti.

Il Laureato in Chimica Industriale potrà inserirsi agevolmente nel mondo del lavoro in Italia e all'estero svolgendo mansioni tecniche, sia in settori disciplinari specifici, come i laboratori di analisi, di sintesi e di misure chimico–fisiche, sia in settori più pertinenti alla professionalità acquisita come: la gestione e la conduzione di impianti e la caratterizzazione di prodotti e materiali. Ciò non soltanto per le industrie prettamente chimiche ma per molti altri settori industriali come, ad esempio, il tessile, l'agroalimentare, il farmaceutico, ecc. Potrà svolgere qualificati compiti di supporto in attività di ricerca sia scientifica di base che applicata e tecnologica. Può inoltre esercitare la libera professione dopo aver conseguito il titolo di Chimico Junior, una volta superato il relativo Esame di Stato.

Il Corso di Studi prevede un test di ammissione obbligatorio finalizzato a valutare l'adeguatezza della preparazione di base e l'attitudine agli studi di Chimica Industriale. Informazioni sulle modalità di svolgimento del test e sulle eventuali prescrizioni conseguenti al mancato superamento sono reperibili sul sito: www.scuolapsb.unina.it.

Manifesto degli Studi

Insegnamento o attività formativa	Modulo	CFU	SSD	Tip. (*)	Ambiti Discip. (*)	Propedeuticità[(a)]
I Anno – I Semestre						
Chimica Generale ed Inorganica	Chimica Generale ed Inorganica	9	CHIM/03	1	1.2	
	Stechiometria e Laboratorio di Chimica	6				
Matematica I		8	MAT/05	1	1.1	
Lingua Inglese		5	lingua	5	-	
I Anno – II Semestre						
Fisica Generale I		8	FIS/01	1	1.1	
Chimica Analitica I e Lab.		8	CHIM/01	1	1.2	Chimica Generale ed Inorganica
Matematica II		8	MAT/05	1	1.1	Matematica I
II Anno – I Semestre						
Chimica Organica I e Lab.		8	CHIM/06	1	1.2	Chimica Generale ed Inorganica
Fisica Generale II		8	FIS/02	4	-	Matematica I
Chimica Fisica I e Lab.	Termodinamica	6	CHIM/02	2	2.2	Matematica I, Chimica Generale ed Inognaica
	Esercitazioni e Laboratorio di Chimica Fisica I	5				
II Anno – II Semestre						
Chimica Inorganica e Lab.		6	CHIM/03	1	1.2	Chimica Generale ed Inorganica
Chimica Organica II e Lab.		8	CHIM/06	2	2.4	Chimica Organica I e Lab.
Chimica Macromolecolare I	Fondamenti di Chimica Macromolecolare	5	CHIM/04/05	2	2.3	Chimica Generale ed Inorganica, Chimica Organica I e Lab.
	Sintesi dei polimeri	5	CHIM/04/05			
Introduzione alla Chimica Industriale		6	CHIM/04	2	2.3	Chimica Generale ed Inorganica, Matematica I
III Anno – I Semestre						
Principi di Chimica Industriale con Esercitazioni		9	CHIM/04	2	2.3	Chimica Fisica I e Lab., Matematica I
Chimica Analitica II e Laboratorio		8	CHIM/01	2	2.1	Chimica Analitica I e Laboratorio
Chimica Biologica		6	BIO/10	4		Chimica Organica II e Lab.
Corso a scelta [(c)]		6		3		
III Anno – II Semestre						
Operazioni Unitarie e Reattori Chimici con Laboratorio		9	ING-IND/25	2	2.3	Matematica II, Chimica Fisica I e Lab.
Chimica Fisica II		6	CHIM/02	4		Matematica II
Chimica Macromolecolare II		6	CHIM/04/05	2	2.3	Chimica Macromolecolare I
Corso a scelta dello studente[(c)]		6		3		
Tirocinio e/o altre attività formative		5		6		
Attività relative alla Prova Finale		10		5		

(a) Le propedeuticità sono obbligatorie.
(b) Gli Studenti che intendono chiedere dispensa dal sostenimento dell'esame di Inglese, perchè in possesso di una certificazione di livello almeno B1, devono farne richiesta in Segreteria Studenti, producendo la documentazione dante diritto alla dispensa.
(c) I 2 Corsi a libera scelta degli Studenti potranno essere scelti sia tra quelli consigliati dalla Commissione Didattica, che organizzerà allo scopo un'opportuna offerta didattica, sia tra tutti gli Insegnamenti attivati presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, fermo restando che per ogni esame sostenuto positivamente verranno riconosciuti non più di 6 CFU. L'elenco dei Corsi a libera scelta consigliati dalla Commissione Didattica è riportato in Tabella seguente.

Insegnamenti a scelta consigliati

Insegnamento o attività formativa	CFU	SSD	Tip. (*)
III Anno – I semestre			
Morfologia dei Polimeri	6	CHIM/04/05	3
Produzione e Proprietà dei Polimer	6	CHIM/04/05	3
Cinetica Chimica	6	CHIM/02	3
Chimica Fisica dei Materiali[(a)]	6	CHIM/02	3
III Anno – II semestre			
Chimica delle fermentazioni e microbiologia industriale	6	CHIM/11	3
Scienza e Tecnologia dei Materiali	6	CHIM/04/05	3

(a) Mutuato dal Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie della Chimica Industriale.

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del D.M. 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
Rif. D.M. 270/04	Art.10 comma 1, a)	Art.10 comma 1, b)	Art.10 comma 5, a)	Art.10 comma 5, b)	Art.10 comma 5, c)	Art.10 comma 5, d)	Art.10 comma 5, e)
	Base	Caratterizzanti	A scelta	Affini o Integrativi	Prova Finale	Ulteriori Conoscenze	Stage o Tirocini

(**) Legenda degli ambiti disciplinari

Ambiti disciplinari	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4
rif. DCL	Discipline Matematiche, informatiche e fisiche	Discipline Chimiche	Discipline chimiche analitiche e ambientali	Discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche	Discipline chimiche industriali e tecnologiche	Discipline chimiche organiche e biochimiche

Calendario delle Attività Didattiche - A.A. 2019/2020

	Inizio	Termine
1° periodo didattico	16/09/2019	18/12/2019
1° periodo di esami [(a)]	19/12/2019	06/03/2020
2° periodo didattico	09/03/2020	12/06/2020
2° periodo di esami [(a)]	15/06/2020	31/07/2020
3° periodo di esami [(a)]	02/09/2020	30/09/202

(a): per allievi in corso

Vacanze 1° semestre. San Gennaro: Giovedì 19 settembre; Ognissanti: Venerdì 1 novembre; Natale: da Martedì 24 dicembre a Lunedì 6 Gennaio.
Vacanze di Carnevale. Da Lunedì 24 Febbraio a Martedì 25 Febbraio
Vacanze 2° semestre. Pasqua: da Giovedì 9 Aprile a Mercoledì 15 Aprile; Festa della Liberazione: Sabato 25 Aprile; Festa del Lavoro: Venerdì 1 Maggio;
Festa della Repubblica: Martedì 2 giugno

Referenti del Corso di Studi

Coordinatore Didattico dei Corsi di Studio in Chimica Industriale: Prof. Gerardino D'Errico – Dipartimento di Scienze Chimiche – tel. 081/674245 – e-mail: gerardino.derrico@unina.it.

Referente del Corso di Laurea per il Programma SOCRATES/ERASMUS: Prof. Annalisa Guaragna – Dipartimento di Scienze Chimiche – tel. 081/674119 – e-mail: annalisa.guaragna@unina.it.

Responsabile del Corso di Laurea per i Tirocini: Prof. Riccardo Tesser – Dipartimento di Scienze Chimiche – tel. 081/674012 – e-mail: riccardo.tesser@unina.it.

Regolamento Tirocinio e Tesi di Laurea

Gli Studenti che abbiano conseguito almeno 110 CFU possono chiedere ai componenti dei gruppi di ricerca afferenti al Dipartimento l'assegnazione di un'attività di Tirocinio (5 CFU) consistente, tipicamente, nello svolgere attività propedeutica al lavoro di Tesi, apprendendo l'uso di apparecchiature o di tecniche analitiche e/o di calcolo.

Il Tirocinio può essere svolto anche presso gruppi o strutture di ricerca i cui componenti siano esterni al Corso di Laurea, previa approvazione della Commissione Assegnazione Tesi di Laurea e la designazione di un Tutore che faccia parte della struttura, da affiancare ad un Tutore della struttura esterna. La Commissione Assegnazione Tesi di Laurea è costituita dal Coordinatore del Corso di Laurea, dal Responsabile dei Tirocini e da un membro della Commissione di Laurea, nominato dal Consiglio di Coordinamento Didattico.

Alla fine del Tirocinio, il Responsabile dei Tirocini riconoscerà l'attività di Tirocinio, autorizzando l'acquisizione dei 5 CFU corrispondenti, dopo aver controllato la congruità dell'attività svolta.

Dopo il Tirocinio, gli Studenti possono chiedere ai componenti dei gruppi di ricerca afferenti al Corso di Laurea l'assegnazione di un argomento di Tesi. La Tesi può essere svolta anche presso gruppi o strutture di ricerca i cui componenti siano esterni al Corso di Laurea, previa approvazione della Commissione

Assegnazione Tesi di Laurea e la designazione di un Relatore che faccia parte della struttura da affiancare ad un correlatore della struttura esterna.

L'assegnazione della Tesi verrà formalmente approvata dalla Commissione Assegnazione Tesi di Laurea, dopo la consegna da parte dello Studente di un modulo in cui è riportato il titolo della Tesi e la firma del Tutore.

La Commissione nomina anche un Relatore, che avrà il compito di relazionare alla Commissione di Laurea sul lavoro svolto dallo Studente.

Il lavoro del Candidato sarà giudicato da una Commissione di Laurea costituita da 7 membri nominati dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Chimiche. Il voto di Laurea, espresso in centodecimi, verrà stabilito sulla base della media ponderata dei punteggi conseguiti dallo Studente negli esami di profitto sostenuti nel triennio (espressa in centodecimi), e sulla base del risultato della Prova Finale. Alla Prova Finale vengono attribuiti al massimo punti 11/110, tenendo conto delle caratteristiche della relazione finale, dell'esposizione e del tempo impiegato a conseguire la Laurea. Se la valutazione complessiva supera punti 110/110, la Commissione può procedere all'attribuzione della Lode.

Insegnamento N.1: Chimica Generale ed Inorganica (2 Moduli)

Modulo I: Chimica Generale ed Inorganica			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/03		**CFU: 9**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione: /**	**Laboratorio: /**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Acquisizione delle conoscenze basilari riguardanti gli oggetti e i concetti della chimica. Familiarizzazione con le proprietà periodiche degli elementi e di alcune classi di composti.

Programma

1 Nozioni di matematica di base fondamentali per i chimici. Equazioni di primo e secondo grado. Assi cartesiani. Notazione decimale. Logaritmi e proprietà dei logaritmi. Multipli e sottomultipli delle unità di misura.

2 L'atomo. Atomi e cariche elettriche. Energia di ionizzazione e affinità elettronica. La massa degli atomi e delle molecole. L'energia degli atomi. Livelli energetici e distribuzione elettronica. Configurazione elettronica. Il sistema periodico degli elementi.

3 Il legame chimico. Formule chimiche. n legame chimico: legame ionico e legame covalente. I metalli. La geometria delle molecole e i parametri che la definiscono. Costituzione, conformazione, configurazione delle molecole. Fattori che regolano la geometria molecolare. Metodo VSEPR. Orbitali ibridi. Interazioni tra molecole

4 Le reazioni chimiche. Le leggi fondamentali della chimica. Relazioni ponderali e bilanciamento delle reazioni chimiche. Reazioni acido-base e reazioni di ossido-riduzione. Elementi di nomenclatura in chimica inorganica.

5 Stati di aggregazione della materia e passaggi di stato. Lo stato gassoso. Equazione di stato e proprietà del gas ideale. Relazione tra temperatura ed energia. n principio di Avogadro. Deviazioni dal comportamento ideale. Lo stato solido. I cristalli: ordine e simmetria. Lo stato liquido. Trasformazioni di stato e diagrammi di stato

6 Le soluzioni. Le soluzioni come sistemi omogenei. Espressione della concentrazione. Fattori che governano la solubilità . Proprieta' colligative; tensione di vapore, abbassamento crioscopico ed innalzamento ebullioscopico. L' osmosi. Fenomeni di dissociazione in soluzione

7 Termodinamica. Stato di un sistema e funzioni di stato. Primo principio della termodinamica. Calori di reazione e loro misura.

8 Cinetica chimica. Velocità delle reazioni chimiche e fattori che le influenzano. Dipendenza dalla concentrazione dei reagenti e dalla temperatura. Energia di attivazione e catalisi.

9 L'equilibrio chimico. L'equilibrio chimico in sistemi omogenei ed eterogenei. La legge di azione di massa. Equilibri in soluzione acquosa. Acidi e basi ed equilibri acido-base. Le soluzioni tampone. Titolazioni acido-base e di ossido-riduzione. L 'uso degli indicatori. Equilibrio in soluzioni sature di sali poco solubili.

10 Elettrochimica. Celle galvaniche. Potenziali di riduzione e forza elettromotrice di una pila. Elettrolisi e legge di Faradav.

11 Sistematica degli elementi. Esame generale delle proprietà periodiche. Principali proprietà di gruppo. Aspetti genera1i della preparazione degli elementi. Caratteristiche generali di composti binari: idruri, ossidi, alogenuri, solfuri.

Testi consigliati:

M.S. Silberberg. Chimica Mc Graw-Hill

J. Kotz, P. J. Treichel, G. C. Weaver, Chimica, Edises

P. Atkins Principi di Chimica Zanichelli

I. Bertini Chimica Ambrosiana

Propedeuticità: nessuna

Modalità di accertamento del profitto: E' previsto un unico esame per i due moduli consistente in una prova scritta e/o orale			
Modulo II: Stechiometria e Laboratorio di Chimica			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/03		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 1.5**	**Esercitazione: /**	**Laboratorio: /**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Acquisizione delle conoscenze di stechiometria, bilanciamento delle equazioni di reazione, equilibrio chimico. Apprendimento dell'utilizzo di tecniche elementari e di strumentazioni semplici di un laboratorio chimico.

Programma

Grandezze fisiche e unità di misura. Cifre significative.

Formule chimiche. Nomenclatura chimica. Peso atomico. Il concetto di mole. Rapporti ponderali tra gli elementi nei composti. Composizioni percentuali. Formule chimiche. Determinazione di formule minime e formule molecolari.

Reazioni chimiche. Equazioni di reazione e loro bilanciamento. Numeri di ossidazione. Reazioni di ossido-riduzione. Reazioni di dismutazione. Metodi di bilanciamento per le equazioni di reazioni di ossido-riduzione. Rapporti ponderali nelle reazioni. Reagente limitante. Resa di reazione.

Stato gassoso. Equazione di stato dei gas perfetti. Relazione densità-peso molecolare. Pressioni parziali e legge di Dalton. Reazioni in fase gas.

Soluzioni. Concentrazione di soluzioni e modi di esprimerla. Passaggio da un modo di esprimere la concentrazione ad un altro. Preparazione di soluzioni aventi una data concentrazione. Diluizione di soluzioni. Proprietà colligative delle soluzioni: abbassamento relativo della tensione di vapore, crioscopia e ebullioscopia, osmometria.

Equilibrio chimico. Legge di azione di massa. Calcolo delle costanti di equilibrio. Calcolo di concentrazioni all'equilibrio. Fattori che influenzano l'equilibrio chimico. Principio dell'equilibrio mobile.

Equilibri in fase gassosa. Raggiungimento delle condizioni di equilibrio partendo dai reagenti o dai prodotti. Metodi approssimati per la risoluzione di problemi riguardanti l'equilibrio chimico.

Equilibri in soluzione: costante di dissociazione dell'acqua, pH, acidi e basi. Calcolo del pH per soluzioni di acidi (basi) forti e deboli. Calcolo del pH di soluzioni ottenute dal mescolamento di soluzioni di acidi o di basi. Reazioni di neutralizzazione. Idrolisi salina. Soluzioni tampone: preparazione e proprietà delle soluzioni tampone. Calcolo del pH di soluzioni ottenute dal mescolamento di soluzioni di acidi forti o deboli con soluzioni di basi forti o deboli. Indicatori acido-base. Titolazioni acido-base. Sali poco solubili. Prodotto di solubilità. Calcolo di solubilità di sali. Effetto dello ione in comune. Reazioni di precipitazione. Discioglimento di precipitati. Elettrochimica: Potenziale di Nernst, Celle galvaniche e misure della forza elettromotrice di una cella. Calcolo della costante di equilibrio di una reazione dai potenziali standard. Celle a concentrazione e calcolo del K_{ps} e del K_a. Elettrolisi. Prima e seconda legge di Faraday.

Esercitazioni di laboratorio:

Densità di soluzioni in funzione della loro concentrazione.

Introduzione alle principali tecniche di laboratorio. Alcune reazioni del rame e di suoi composti.

Preparazione del carbonato di sodio (Metodo Solvay)

Reazioni del magnesio.

Stati di ossidazione del manganese.

Precipitazione di sali e loro di scioglimento. Schema di separazione di una miscela di anioni.

Titolazioni acido-base.

Materiale didattico:

La teoria di base può essere studiata su qualunque testo di Chimica Generale.

Le applicazioni numeriche possono essere trovate su qualunque testo di Stechiometria tra cui, ad esempio:

"Stechiometria. Un avvio allo studio della chimica", Autori: Bertini, Mani, Luchinat. Editore: CEA

"Stechiometria per la Chimica Generale", Autori: Lausarot, Vaglio, Editore: Piccin

I protocolli per lo svolgimento delle esercitazioni di laboratorio vengono forniti agli studenti.

Propedeuticità: nessuna

Modalità di accertamento del profitto: E' previsto un unico esame per i due moduli consistente in una prova scritta e/o orale

Insegnamento N.2: Matematica I

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: MAT/05		**CFU: 8**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione: 1**	**Laboratorio:**

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Acquisire le conoscenze fondamentali del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di una variabile reale. Lo studio del grafico di una funzione di una variabile.

Programma

Le funzioni reali di una variabile .

L'insieme dei numeri reali. Le funzioni elementari. Funzioni monotone, biunivoche, inverse, composte, periodiche. Insiemi di definizione. Rappresentazione di una funzione attraverso il grafico.

Il limite di una funzione

Definizioni. Operazioni sui limiti e forme indeterminate. Asintoti. Funzioni continue e loro principali proprietà. Continuità delle funzioni elementari.

Calcolo differenziale

La derivata ed il suo significato geometrico. Continuità delle funzioni derivabili. Operazioni con le derivate. Teorema di Rolle e di Lagrange e conseguenze. Massimi e minimi relativi ed assoluti. Funzioni convesse , concave e punti di flesso. I teoremi di de l'Hopital. Studio del grafico di una funzione.

Integrazione

Funzioni primitive. Integrazione indefinita. Integrazione definita e significato geometrico Funzioni integrali. Il teorema fondamentale del calcolo integrale .

Elementi di Algebra lineare

Vettori numerici, matrici e determinanti (nozioni principali). Sistemi lineari (cenni) .

Testi consigliati:

A.Alvino, G.Trombetti, *Elementi di Matematica I,* Liguori editore

P.Marcellini, C. Sbordone, *Elementi di Analisi Matematica uno,* Liguori editore

Propedeuticità: nessuna

Prerequisiti: algebra elementare, calcolo algebrico, Equazioni e disequazioni. Identità. Elementi di geometria analitica.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e/o orale

Insegnamento N.3: Fisica Generale I

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: FIS/01		**CFU: 8**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione: 1**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:

Sviluppare la preparazione nel campo di: Metodo scientifico. Introduzione alla sperimentazione fisica. Moti sistemi estesi.
Statica e dinamica dei fluidi.

Programma:

Teoria della misura: Il metodo scientifico. Il problema della misura di una grandezza fisica. Unità di misura ed equazioni dimensionali. Incertezze sperimentali e loro ineluttabilità. Errori casuali e sistematici. Errori massimi. Cifre significative. Confronti e discrepanze tra diverse misure. Istogramma delle frequenze. Distribuzione normale degli errori, legge di Gauss. Errore standard. Errori relativi. Propagazione degli errori. Media pesata. Metodo dei Minimi quadrati. **Misure in laboratorio**.

Algebra vettoriale. **Cinematica del punto:** Velocità e accelerazione. Moto rettilineo uniforme e sua legge oraria. Moto uniformemente accelerato e sua legge oraria. Moto circolare. Moto armonico (cenni). Moti nel piano. Dinamica del punto. Principi della dinamica. Le forze fondamentali. Quantità di moto. Equilibrio. Reazioni vincolari. Forza peso. Forze di attrito. Pendolo semplice. Tensioni. Lavoro ed energia. Forze conservative. Conservazione dell'energia meccanica. Momento di una forza. Momento angolare**.**
Dinamica dei sistemi: I equazione cardinale. II equazione cardinale. Urti. Statica dei sistemi rigidi. Dinamica dei sistemi rigidi. Teorema di Koenig. Teorema di Huygens-Steiner. Semplici applicazioni. Il pendolo fisico.

Statica e dinamica dei fluidi: Legge di Pascal. Legge di Stevino. Legge di Archimede. Teorema di Bernoulli. Applicazioni e conseguenze delle leggi studiate.

Testi consigliati:
Introduzione all'analisi degli errori - J. T. Taylor - ZANICHELLI
Fondamenti di Fisica (Meccanica e Termologia) - D. Halliday, R. Resnick, J. Walker - ZANICHELLI (CEA)

Propedeuticità: nessuna.

Modalità di accertamento del profitto: Prove scritte di esenzione durante il corso. Prova scritta finale e prova orale finale, previo superamento della precedente.

Insegnamento N.4: Chimica Analitica I e Laboratorio

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare:CHIM/01		**CFU: 8**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione: 1**	**Laboratorio: 4**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:

Scopo del corso è l'apprendimento delle principali classi di reazioni che sono alla base della chimica analitica quantitativa. In particolare gli argomenti trattati nel corso riguardano reazioni acido–base (neutralizzazione), di complessazione, di precipitazione e di ossido–riduzione. Particolare importanza è data alla costruzione delle relative curve di titolazione, alla valutazione del calcolo dell'errore di titolazione nonché alla individualizzazione dei fattori che influenzano l'entità dell'errore di titolazione e quindi ne minimizzano il valore.

Programma:

1. Teoria degli equilibri acido–base in acqua. Definizioni e nomenclatura degli equilibri acido–base secondo la teoria di Brønsted. Prodotto ionico dell'acqua. Soluzioni di acidi e di basi. Forza e misura del potere acido di un protolita. Condizione di elettroneutralità nell'approccio del calcolo del pH di soluzioni di protoliti. Bilancio protonico. Rappresentazione grafica, mediante diagrammi logaritmici, degli equilibri acido–base e calcolo del pH di protoloti monovalenti, polivalenti e di miscele di protoliti. Capacità tamponante delle soluzioni di acidi e basi. Soluzioni tampone: preparazione ed uso. Calcolo della capacità tamponante delle soluzioni acquose di acidi e basi. Teoria delle titolazioni acido–base. Standard primari utilizzati per acidimetria e alcalimetria. Curve di titolazione. Metodi per la determinazione del punto di fine di una titolazione acido–base. Indicatori acido–base. Intervallo di viraggio di un indicatore e criteri di scelta di un indicatore. Errore sistematico di titolazione e sua valutazione. Applicazioni delle titolazioni acido–base. Condizioni di titolabilità di protoliti monovalenti e polivalenti.

Esercitazioni: 1) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di NaOH. 2) Preparazione standardizzazione di una soluzione di HCl. 3) Determinazione della concentrazione di bicarbonato e carbonato in una miscela incognita con la soluzione di HCl.

2. Teoria degli equilibri di formazione di complessi. Definizioni e nomenclatura degli equilibri di formazione di complessi. Reazioni di formazione di complessi in acqua. Costanti di stabilità. Fattori che influenzano la stabilità dei complessi. Equilibri di formazione di complessi a pH costante. Leganti monodentati e pluridentati: chelanti ed effetto chelante. Indicatori metallocromici. Intervallo di viraggio di un indicatore metallocromico. Scelta dell'indicatore adattato. Teoria delle titolazioni complessometriche. Costante condizionale e sua influenza con il pH. Curva di titolazione in complessometria. Valutazione dell'errore sistematico di titolazione. Titolazioni dirette, titolazioni per sostituzioni e titolazioni in ritorno. Principali applicazioni delle titolazioni complessometriche.

Esercitazioni: 1) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di EDTA. 2) Determinazione complessometrica di calcio e magnesio in un campione di acqua minerale.

3. Teoria degli equilibri eterogenei. Equilibri eterogenei. Prodotto di solubilità. Effetto dello ione comune. Effetto del pH e degli equilibri di complessazione sulla solubilità di sali e calcoli relativi. Formazione di precipitati da soluzioni sovrasature: dimensioni delle particelle e purezza del precipitato. Fenomeni di adsorbimento su precipitati. Teoria delle titolazioni di precipitazione e relative curve di titolazione. Metodi per la rivelazione del punto di fine nelle titolazioni di precipitazione. Metodo di Mohr e metodo di Volhard. Indicatori di adsorbimento e metodo di Fajans. Ulteriori applicazioni analitiche degli equilibri eterogenei: cenni di gravimetria per precipitazione.

Esercitazioni: 1) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di $AgNO_3$ col metodo di Mohr e determinazione della concentrazione di cloruro in un campione di acqua. 2) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di KSCN con il metodo di Volhard e determinazione della concentrazione di cloruro in un campione di acqua.

4. Teoria degli equilibri di ossido–riduzione (redox). Definizioni, nomenclatura e formalismo delle reazioni redox. Reazioni elettrochimiche. Potenziale standard e costante di equilibrio di una reazione elettrochimica. La serie elettrochimica. Potenziale di una reazione elettrochimica ed attività dell'elettrone (definizione e significato di pE). L'attività dell'elettrone. Calcolo della f.e.m di una cella. Studio della stabilita di soluzioni. Indicatori redox. Teoria delle titolazioni redox e curve di titolazione redox. Metodi di rivelazione del punto di fine delle titolazioni redox. Applicazioni. Calcolo dell'errore nelle tiolazioni redox.

Esercitazioni: 1) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di $KMnO_4$ e determinazione merceologica. 2) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di $Na_2S_2O_3$ col metodo iodometrico e controllo del titolo della soluzione di $KMnO_4$. 3) Determinazioni merceologiche con la soluzione di $Na_2S_2O_3$.

TESTI CONSIGLIATI e materiale didattico fornito dal docente:

1) D. C. Harris: CHIMICA ANALITICA QUANTITATIVA Zanichelli Ed. Bologna.
2) L. Ciavatta: LEZIONI DI CHIMICA ANALITICA Liguori Editore.
3) Skoog, West, Holler, Crouch: FONDAMENTI DI CHIMICA ANALITICA Edises Editore.

Propedeuticità: Chimica Generale e Laboratorio

Modalità di accertamento del profitto: è prevista una prova scritta sugli argomenti trattati durante le lezioni

Insegnamento N.5: Matematica II

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: MAT/05		**CFU: 8**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione: 1**	**Laboratorio:**

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:
Il corso mira a fornire le conoscenze di base del calcolo differenziale ed integrale in più variabili reali, i metodi risolutivi delle principali equazioni differenziali e infine fornisce cenni di geometria differenziale sulle curve e superfici. Di tutti questi argomenti si cura sufficientemente l'aspetto applicativo.

Programma
Equazioni differenziali. Equazioni differenziali lineari omogenee e complete: definizioni e generalita'. Relazione tra gli integrali generali dell'equazione completa e della equazione omogenea. Equazioni differenziali lineari del I e del II ordine: come si determina l'integrale generale. Il metodo di Lagrange. Il problema di valori iniziali ed il suo significato geometrico. Equazioni a coefficienti costanti e con termine noto di tipo particolare. Esempi di modelli matematici descritti da equazioni lineari del I ordine.
Funzioni di più variabili. Lo spazio Rn: insiemi aperti, chiusi, limitati, connessi, intorni, punti interni, esterni, punti di accumulazione e di frontiera. Funzioni scalari e funzioni vettoriali. Grafico di una funzione e superfici cartesiane. Superfici di rotazione e superfici cilindriche. Limite, continuità. Il teorema di Weistrass (s.d) ed il teorema dei valori intermedi (s.d.). Linee di livello. Derivate parziali e vettore gradiente. ll teorema di Schwartz (s.d). Le funzioni differenziabili. Il teorema del differenziale totale e sue coseguenze. Il piano tangente. La funzione composta e le sue derivate (s.d). La formula di Taylor con il resto di Lagrange e di Peano. Le approssimazioni di una funzione di una o più variabili. Funzioni con derivate parziali nulle. Derivate direzionali e teorema relativo. Massimi e minimi relativi ed assoluti: la condizione necessaria del I ordine e le condizioni sufficienti (s.d) .
Integrazione. Curve regolari e regolari a tratti. Lunghezze (s.d.), ascisse curvilinee e rappresentazioni parametriche. Curve in coordinate polari. Integrali curvilinei. Forme differenziali, differenziali esatti, campi conservativi e potenziali: condizioni necessarie e sufficienti. Integrale doppio, triplo ed in Rn e sue proprietà. Significato geometrico. Aree e volumi. Formule di riduzione e passaggio a coordinate polari nel piano. Area di un settore polare. Formule di Gauss-Green, teorema della divergenza e formula di Stokes nel piano. Calcolo di aree di domini regolari.
Elementi di geometria. Vettori nel piano e nello spazio: la somma, il prodotto scalare ed il prodotto per un numero. Condizioni di ortogonalità e di parallelismo tra vettori. Equazioni cartesiane e parametriche di una retta. Numeri direttori. Equazione del piano. Condizioni di parallelismo e di perpendicolarità tra rette e tra piani. Equazione della sfera e del cilindro.

Testi consigliati:
N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, Elementi di Analisi Matematica due, Liguori Editore.
Bramanti, C.D. Pagani, S.Salsa, Matematica- Calcolo infinitesimale e Algebra lineare, Zanichelli.
N.Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, Analisi Matematica due, Liguori Editore.
P. Marcellini, C. Sbordone, Esercitazioni di Matematica, 2° Volume, Liguori Editore.
Prerequisiti: Il calcolo differenziale ed integrale per funzioni di una variabile

Propedeuticità: Matematica 1

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e/o orale

Insegnamento N.6: **Chimica Organica I e Laboratorio**

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/06			**CFU: 8**
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio: 1**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino
Obiettivi del corso sono: la conoscenza della struttura, della nomenclatura, della streochimica e della relazione struttura funzione dei composti organici naturali e di sintesi; le conoscenza dei meccanismi di reazioni delle diverse famiglie di composti organici e le loro potenziali applicazioni in sintesi organica; le conoscenze dei principi basi delle spettroscopie IR e NMR e l'interpretazione di spettri di semplici composti organici

Contenuti o programma sintetico:
legami chimici e composti del carbonio; acidi e basi in chimica organica; gruppi funzionali e classi di composti organici; alcani e ciloalcani; stereochimica; concetti fondamentali di termodinamica e cinetica; alcheni; alchini; dieni; alogenuri alchilici; alcoli, eteri, epossidi; composti contenenti zolfo e composti organometallici; composti aromatici
Esercitazioni di Laboratorio: Risoluzione della 1-fenil-etanammina per formazione di un sale diastereomero con acido tartarico; TLC ; misura del potere ottico rotatorio

Testi consigliati:
Bruice CHIMICA ORGANICA- EdiSES
McMurry- CHIMICA ORGANICA-Piccin
Botta CHIMICA ORGANICA-edi-ermes

Propedeuticità: Chimica Generale ed Inorganica

Modalità di accertamento del profitto: Il corso prevede un esame scritto riguardante gli argomenti trattati durante il corso ad approfonditi con le esercitazioni numeriche integrato da un colloquio riguardante anche la discussione della relazione sulla esercitazione svolta in laboratorio

Insegnamento N.7: Fisica Generale II

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: FIS/02		**CFU: 8**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione: 1**	**Laboratorio:**

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino*:* Sviluppare la preparazione nel campo di: Elettrostatica. I conduttori metallici. I dielettrici.La conduzione elettrica.Il campo magnetico nel vuoto.Sorgenti del campo magnetico. Proprietà magnetiche della materia.Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo.Ottica geometrica. Interferenza e diffrazione. Introduzione alla sperimentazione fisica. Acquisizione degli strumenti concettuali relativi al metodo sperimentale.

Programma

Elettromagnetismo.

Elettrostatica nel vuoto. Fenomenologia.l Campo elettrico, Teorema di Gauss

Distribuzioni di cariche. Potenziale elettrico. Conduttori. Capacità. Energia del campo.

Corrente elettrica Correnti stazionarie. Correnti quasi-stazionarie. Magnetostatica nel vuoto. Fenomenologia

Campo d'induzione magnetica. Forza di Lorentz. Elettrostatica nella materia. Polarizzazione e rigidità. Interfacce fra dielettrici. Magnetismo nella materia. Proprietà dei materiali. Magnetizzazione e permeabilità. Interfacce tra i materiali. Induzione elettromagnetica.Legge di Faraday. Auto e mutua induzione. Correnti alternate. Equazioni di Maxwell e onde e. m. Equazione delle onde. Onde elettromagnetiche. Ottica. Interferenza. Diffrazione. Riflessione e Rifrazione. Diottro, lenti sottili. Sistemi ottici. Applicazioni

Testi consigliati:

Mazzoldi, Nigro, Voci, Editore EdiSES, Vol. 2 (elettromagnetismo e ottica)

Propedeuticità : Matematica I

Modalità di accertamento del profitto: Prove scritte in itinere e una prova finale scritta ed eventualmente una prova orale.

Insegnamento N.8: **Chimica Fisica I e Laboratorio (2 Moduli)**

Modulo I: Termodinamica			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/02		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:

Obiettivo del modulo è quello di introdurre agli studenti gli strumenti metodologici della termodinamica utilizzando una trattazione matematica accessibile e contemporaneamente rigorosa. Inizialmente saranno presentati i concetti di sistema, di stato e di processo. Si mostrerà l'utilità dell'impiego di modelli quali i sistemi ideali e i processi reversibili, illustrando come un loro uso ragionato consenta di ottenere informazioni importanti sui sistemi reali e sui processi spontanei. Saranno introdotte le principali funzioni termodinamiche. Tali funzioni saranno utilizzate per la descrizione degli equilibri omogenei ed eterogenei. Grande attenzione sarà dedicata alla trattazione quantitativa del secondo principio della termodinamica ed alle problematiche della conversione dell'energia illustrando la potenzialità della termodinamica nella trattazione di problematiche di tipo industriale. Tutti gli argomenti saranno corredati di numerosi esempi, esercizi numerici e problemi, affinché gli studenti maturino e verifichino l'abilità operativa necessaria all'applicazione dei concetti appresi.

Programma:

Introduzione generale alla Chimica Fisica

Le Leggi dei Gas: La legge di Boyle; La legge di Charlese Gay-Lussac; La legge di Avogadro; L'equazione dei gas ideali; La legge di Dal ton; I gas reali, le leggi di van der Walls e l'equazione di stato del viriale.La Teoria Cinetica dei Gas: Il modello; L'energia cinetica e la temperatura; L'interpretazione molecolare della Termodinamica; Le leggi di distribuzione di Maxwell; Collisioni molecolari e Cammino libero medio; La legge di distribuzione di Boltzmann; Le popolazioni dei livelli energetici molecolari; L'energia delle molecole: translazione, rotazione, vibrazione ed energia elettronica; L'equiripartizione dell'energia; La capacità termica come misura sperimentale dell'energia molecolare media.

Il Primo Principio della Termodinamica: Il lavoro, il calore, l'energia interna; La prima legge della Termodinamica; Processi reversibili e irreversibili; Differenziali esatti e funzioni di stato; L'entalpia; Le capacità termiche a pressione e volume costanti; La termochimica; La legge di Hess; L'entalpia di reazione; La legge di Kirchhoff.

Il Secondo Principio della Termodinamica: I processi spontanei; L'Entropia; La seconda legge della Termodinamica; Il ciclo di Carnot; Le variazioni di entropia; Entropia e direzione del Tempo; Disordine, probabilità ed entropia;

Le macchine termiche. E i sistemi in flusso

La terza legge della Termodinamica; Le variazioni di entropia nelle reazioni chimiche.

Le funzioni ausiliare: Il significato delle funzioni di Gibbs ed Helmholtz, La dipendenza della funzione di Gibbs dalla temperatura e dalla pressione, La variazione della funzione di Gibbs per le reazioni chimiche, il potenziale chimico, La variazione delle costanti di equilibrio con la temperatura e la pressione. Grandezze parziali molari.

Termodinamica dei gas: modelli, i gas imperfetti, l'effetto Joule-Thomson, la Fugacità di un singolo gas, le fugacità dei gas imperfetti. Equilibrio I gas reali: fugacità e coefficiente di fugacità. Equilibri chimici in fase gassosa.

Equilibri di fase: Regola delle fasi, L'equazione di Clausius-Clapeyron. Transizioni Lambda

Soluzioni Ideali: Aspetto molecolare delle soluzioni, definizione di soluzione ideale, Leggi di Henry e Raoult, Le proprietà di mescolamento, L'equazione di Nernst. Abbassamento del punto di congelamento, innalzamento del punto di ebollizione, solubilità.

Soluzioni non ideali: Convenzione per i coefficienti di attività, coefficienti di attività in relazione alle equazioni Raoult e Henry. Effeto della temperatura e della pressione sui coefficienti di attività. l'attività, L'equazione di Nernst. Abbassamento del punto di congelamento, innalzamento del punto di ebollizione, solubilità e le proprietà colligative per le soluzioni non ideali.

Testi consigliati:

K. G. Denbigh, I principi dell'equilibrio chimico Ed. by CEA

Peter W. Atkins, Julio De Paula, Chimica fisica, Ed. by Zanichelli

Propedeuticità: Matematica I, Chimica Generale ed Inorganica

Modalità di accertamento del profitto: E' previsto un esame composto da prove in itinere e/o una prova scritta ed una prova orale nonchè dall'esame degli elaborati relativi alle esperienze di laboratorio

Modulo II: Esercitazioni e Laboratorio di Chimica Fisica I			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/02		**CFU: 5**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:
Familiarizzare lo studente con la pratica di laboratorio di Chimica Fisica attraverso opportune esperienze strettamente correlate alle tematiche affrontate nel modulo teorico. La pratica di laboratorio sarà preceduta da un opportuno numero di lezioni frontali indispensabili a contestualizzare le esperienze proposte..

Programma:
Trattamento dei dati sperimentali: Sensibilità, specificità. Accuratezza, precisione.
Teorie degli errori: errori sistematici, errori accidentali, Distribuzione degli errori accidentali, Curva di Gauss, deviazione standard, varianza.
Propagazione dell'errore nell'elaborazione dei dati, esempi.
Interpolazione dei dati sperimentali: metodo dei minimi quadrati, metodo dei minimi quadrati applicati a casi semplici, fattori peso, metodo dei minimi quadrati: trattazione generale.
Diagrammi di stato: Derivazione grafica di un diagramma di stato a sue componenti, sistemi binari: liquido-liquido, liquido-vapore, liquido-solido, solido-solido. Equilibri di fase in sistemi complessi. Definizione di azeotropo ed eutettico.

Presentazione frontale delle esperienze proposte dal corso.

Esercitazioni di laboratorio:
Misura del DH di combustione ed elaborazione dei dati.
Misura del volume parziale molare dei componenti di una soluzione binaria ed elaborazione dei dati.
Determinazione del DH di evaporazione di un sistema formato da componente puro ed elaborazione dei dati.
Costruzione di un diagramma di fase liquido-vapore per un sistema a due componenti ed elaborazione dei dati.

Testi consigliati:
K. G. Denbigh, I principi dell'equilibrio chimico Ed. by CEA
Peter W. Atkins, Julio De Paula, Chimica fisica, Ed. by Zanichelli

Propedeuticità: Matematica I, Chimica Generale ed Inorganica

Modalità di accertamento del profitto: E' previsto un esame composto da prove in itinere e/o una prova scritta ed una prova orale nonchè dall'esame degli elaborati relativi alle esperienze di laboratorio

Insegnamento N.9: **Chimica Inorganica e Laboratorio**

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/03		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:1**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Dare le nozioni di base sulle proprietà degli elementi e delle principali classi di composti inorganici, di coordinazione ed organometallici, razionalizzate secondo la posizione nel sistema periodico. Le sessioni di laboratorio, esemplificanti alcune delle nozioni acquisite, sono anche volte all'acquisizione di manualità operative tipiche della disciplina.

Programma:

Struttura Atomica. *Richiami di concetti di base:* Struttura dell'atomo di idrogeno. Numeri quantici e orbitali atomici. Forma degli orbitali. Separazione dei sottolivelli negli atomi polielettronici. Configurazioni elettroniche e tavola periodica. *Proprietà periodiche:* Raggi atomici. Energia di ionizzazione, Affinità elettronica, Elettronegatività e loro variazione periodica.

Legame Chimico. Legame ionico. Legame covalente. Formule di Lewis di struttura elettronica. Cariche formali e numero di ossidazione. Risonanza. Geometria molecolare. Polarità. *Orbitali molecolari:* Concetti qualitativi fondamentali con esempi relativi a molecole biatomiche omonucleari.

Acidi e Basi. Acidi e basi di Broensted. Reazioni acido-base..Coppie coniugate. Acidi poliprotici. Autoprotolisi dell'acqua: il pH. Gli acidi forti e gli acidi deboli. Basi forti e basi deboli. Effetto livellante del solvente. I tipi di acidi: aquoacidi, idrossiacidi, ossoacidi. Andamento dell'acidità negli ossoacidi H_mEO_n: la regola di Pauling. Acidi e basi di Lewis: classi di acidi e basi. Reazioni acido-base di Lewis. Relazioni "hard-soft".

Ossidoriduzione. I numeri di ossidazione. Bilanciamento redox. Potenziali di riduzione e loro impiego nella previsione di proprietà chimiche. Equazione di Nernst. L'acqua come ossidante e riducente: diagramma di stabilità. Disproporzione e comproporzione. Diagrammi di Latimer e di Frost.

Simmetria. Elementi di simmetria: identità, assi propri, piano di simmetria, centro di inversione, assi impropri. Gruppi di simmetria e classificazione delle molecole nei gruppi di simmetria.

Composti di Coordinazione. Leganti e complessi. Complessi pigreco-acidi: alcheni e CO come leganti. Numeri di coordinazione, geometrie e fattori che li determinano. Esempi. Isomeria e chiralità in composti di coordinazione.

Struttura elettronica dei complessi dei metalli del blocco d**:** Separazione delle energie degli orbitali *d* e serie spettrochimica. Intorni ottaedrico e tetraedrico. Complessi ad alto e basso spin. Complessi quadrato-planare. Effetti sulle separazioni fra le energie degli orbitali *d* nel caso di donatori pigreco e accettori pigreco.

L'idrogeno. L'elemento. I composti principali.

Gruppo IA-VIIA. Gli elementi. La reattività. I composti principali**.**

I metalli di transizione. Gli elementi. Stabilità degli stati di ossidazione in soluzione acquosa. Magnetismo e colore**.**

Le strutture dei solidi. Cristalli. Cella elementare. Gli impaccamenti compatti. I siti interstiziali. Struttura dei metalli. Strutture dei principali composti ionici**.**

Laboratorio.

Sono previste **4 esercitazioni** di laboratorio, della durata massima di **4 ore** ciascuna oltre a **1 ora** di lezione, esemplificative di argomenti trattati nel corso di teoria, su ciascuna delle quali gli studenti sono tenuti a presentare in tempi brevi (tipicamente una-due settimane) una relazione sintetica.

Libro di testo: Shriver, Atkins: Inorganic Chemistry, ed. inglese o italiana.

Propedeuticità consigliate: Chimica Generale ed Inorganica

Modalità di accertamento del profitto: Relazioni scritte (Lab.) ed esame finale orale.

Insegnamento N.10: Chimica Organica II e Laboratorio

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/06		**CFU: 8**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso si propone di fornire allo studente le conoscenze di base sulla chimica dei principali gruppi funzionali con riferimento alla loro reattività e sintesi. Le sessioni di laboratorio, esemplificanti alcune delle nozioni acquisite, si propongono di sviluppare nello studente le abilità richieste nella realizzazione di semplici reazioni organiche che coinvolgono la trasformazione di gruppi funzionali, nonché l'applicazione delle metodologie utili alla caratterizzazione dei prodotti ottenuti .

Programma: La parte di teoria verterà sulla chimica di aldeidi e chetoni, reazioni di addizione, condensazione, reazione in alfa al gruppo carbonile, reazioni di acidi carbossilici e derivati, ammine, composti eterociclici a cinque e sei termini contenenti N,S,O, carboidrati, nucleosidi e nucleotidi, e lipidi, con accenni alle principali classi di sostanze naturali . Si tratteranno, inoltre, i fondamenti della Spettrometria di Massa e della Spettroscopia UV, mostrando, con esempi, quali informazioni strutturali possano essere ottenute mediante tali tecniche e come esse siano di complemento alla risonanza magnetica nucleare e alla spettroscopia IR.

Esercitazioni di laboratorio.

Condensazione aldolica: sintesi del dibenzalacetone, analisi TLC ; spettro ^{1}H NMR e UV con determinazione coefficiente di estinzione molare

Testi consigliati:

Bruice CHIMICA ORGANICA- EdiSES
McMurry- CHIMICA ORGANICA-Piccin
Botta CHIMICA ORGANICA-edi-ermes
d'Ischia LA CHIMICA ORGANICA IN LABORATORIO -Piccin

Propedeuticità: Chimica Organica I e Laboratorio.

Modalità di accertamento del profitto: E' previsto un unico esame consistente in una prova finale orale che include la discussione delle relazioni di laboratorio.

Insegnamento N.11: Chimica Macromolecolare I (2 Moduli)

Modulo I: Fondamenti di Chimica Macromolecolare			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04-05		**CFU: 5**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare): 40 ore di lezione		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:
Acquisizione delle nozioni fondamentali della Chimica Macromolecolare.

Programma:

Generalità sui polimeri.

Introduzione del concetto di polimero. Caratteristiche generali dei polimeri: catene lineari, flessibilità, variabilità conformazionale, random coil, entanglements. Relazioni tra struttura molecolare e proprietà fisiche dei polimeri. Definizioni di base: polimero, monomero, unità ripetitiva, difetto, terminale, ramificazione. Polimero ideale.

Pesi molecolari medi e diversi tipi di pesi molecolari medi. Metodi per la determinazione delle masse molecolari medie. Difetti dei polimeri. Terminali e ramificazioni come difetti. Difetti di costituzione: unità ripetitive diverse, difetti di concatenamento. Difetti stereochimici. Stereoregolarità. Isomeria cis-trans. Stereochimica dei polimeri. Centri chirali e regolarità di configurazione. Centri prochirali e tassia. Polimeri isotattici, sindiotattici, atattici. Diadi e microtatticità.

Reazioni di polimerizzazione

Polimerizzazioni a stadi e a catena.

Polimerizzazione a stadi. Schema del meccanismo di reazione. Cinetica della reazione e confronto con dati sperimentali. Grado di reazione e peso molecolare. Importanza del rapporto stechiometrico fra i monomeri. Distribuzione dei pesi molecolari. Polimeri ottenibili con le polimerizzazioni a stadi. Nylon e poliesteri. Resine fenolo-formaldeide.

Polimerizzazioni radicaliche. Iniziazione, propagazione, terminazione, trasferimento di catena: cinetica dei diversi stadi. Reattività dei monomeri. Approssimazione di stato stazionario e cinetica globale. Il trasferimento di catena per il controllo del peso molecolare. Esempi di polimeri ottenibili per via radicalica. LDPE, Polistirene.

Polimerizzazione cationica. Catalizzatori e meccanismo. Il poliisobutene.

Polimerizzazione anionica. Catalizzatori e meccanismo. Polimeri viventi e loro uso. Copolimeri a blocchi.

Polimerizzazione Ziegler-Natta. Meccanismo della polimerizzazione del propene con tricloruro di titanio. Controllo stereochimico. Difetti di microtassia e meccanismo. Proprietà e importanza del Polipropilene isotattico. Cenni ai catalizzatori omogenei metallocenici.

Copolimeri a blocchi, alternati, casuali, a innesto. Modi per ottenerli e loro utilità. Copolimeri a blocchi da polimerizzazioni anioniche viventi. Equazione dei copolimeri e rapporti di reattività.

Stato solido dei polimeri

Gli stati di aggregazione dei polimeri: semicristallino, vetroso, liquido viscoso, gommoso. Viscoelasticità.

I polimeri cristallini. Ripetizione nella catena, asse della catena nel cristallo. Conformazione di catena e impacchettamento. Condizioni per la cristallizzabilità. Lamelle cristalline come morfologia generale dei polimeri cristallini. Chain folding. Cristalli singoli, sferuliti, fibre. Cristallinità e modi di misurarla. Temperature di fusione e di cristallizzazione termodinamiche e reali. Ricottura di polimeri semicristallini.

La transizione vetrosa. Significato strutturale e termodinamico. Misura della Tg.

Teoria semplificata della gomma. La forza di richiamo è di origine entropica.

Testi consigliati per i due moduli:

S. Bruckner et al.; Scienza e tecnologia dei materiali polimerici; EdiSES, Napoli, 2004; 20 euro.

Libro dell'associazione italiana delle Macromolecole (AIM).

Propedeuticità: Chimica Organica I e lab.

Modalità di accertamento del profitto (congiunto per i due moduli): Prova finale orale**.**

Modulo II: Sintesi dei Polimeri			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04-05		**CFU: 5**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:1**
	Altro (specificare): 24 ore di lezione e 24 ore di laboratorio		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Acquisizione delle nozioni fondamentali sui metodi di polimerizzazione e sulla caratterizzazione dei prodotti di sintesi.

Programma:

Sintesi di Polimeri

Polimerizzazione a stadi. Tecniche di polimerizzazione a stadi: polimerizzazione in massa, polimerizzazione in soluzione, polimerizzazione interfacciale in assenza e con agitazione. Esempi di polimeri ottenibili con polimerizzazioni a stadi: Nylon e poliesteri. Polimerizzazioni a catena: radicaliche, cationiche, anioniche, di coordinazione. Tecniche di polimerizzazione radicalica: polimerizzazione in massa, polimerizzazione in soluzione, polimerizzazione in sospensione, polimerizzazione in emulsione. Iniziatori, inibitori e regolatori della massa molecolare. Polimeri ottenibili mediante polimerizzazione radicalica: il polietilene, il polimetilmetacrilato, il poliacrilonitrile.

Catalisi Ziegler-Natta. Tecniche per la manipolazione di catalizzatori, cocatalizzatori e solventi in assenza di aria e umidità..Polipropilene isotattico. Cenni ai catalizzatori metallocenici.

Materiali utilizzati nella sintesi di polimeri e loro purificazione. Monomeri e solventi: anidrificazione; Iniziatori e catalizzatori; modificatori per trasferimento di catena, inibitori, ritardanti, terminatori.

Tecniche vuoto-azoto utilizzati nella sintesi di polimeri. Recupero e purificazione del polimero: Frazionamento di polimeri per estrazione con solventi bollenti; Estrattori Soxhlet e Kumagava.

Principi generali di risonanza magnetica nucleare. ^{13}C NMR di polimeri, effetto γ-gauche, regole di Grant e Paul. Accoppiamento spin-spin e tecniche di disaccoppiamento. Valutazione del chemical shift in spettri ^{13}C NMR di polimeri mediante le regole di Grant e Paul. Utilizzo della spettroscopia ^{13}C NMR nella caratterizzazione di polimeri. Determinazione del tipo di concatenamento. Determinazione delle ramificazioni in un polimero (polietilene). Stereosequenze: diadi, triadi, tetradi e pentadi. Determinazione della concentratione di stereosequenze in polimeri vinilici. Analisi degli spettri ^{13}C NMR di polipropilene isotattico, sindiotattico e atattico.

Assegnazione delle risonanze alle stereosequenze. Calcolo del chemical shift mediante valutazione dell'effetto γ gauche e modello isomerico rotazionale. Modelli statistici per l'analisi delle stereosequenze. Modello Bernoulliano e di Markof.

Determinazione degli errori di propagazione: polipropilene isotattico e sindiotattico da catalizzatori eterogenei ed omogenei. Uso dell'NMR per studi conformazionali.

Esercitazioni di Laboratorio

1) Preparazione del Nylon 6-10 per policondensazione interfacciale di esametilendiammina con cloruro di sebacoile. A) sistema in assenza di agitazione e produzione di fili di nylon; b) sistema con vigorosa agitazione.

2) Preparazione del Nylon 11 per policondensazione in massa dell'acido ω-ammino undecanoico. Preparazione di campioni a massa molecolare variabile.

3) Determinazione del peso molecolare medio numerico di poliammidi mediante analisi dei gruppi terminali; Studio della cinetica di polimerizzazione nella preparazione del nylon 11 (esercitazione 2).

4) Preparazione del poliacrilonitrile per polimerizzazione radicalica in soluzione.

5) Preparazione del polimetilmetacrilato e del polibutilmetacrilato mediante polimerizzazione radicalica in massa. Preparazione di una resina fenolo-formaldeide per policondensazione e successivo indurimento per reticolazione. Vengono confrontate le proprietà dei tre materiali, un vetro, una gomma e un materiale termoindurito.

Propedeuticità: Chimica Organica I e lab.

Modalità di accertamento del profitto: Prova finale orale. Valutazione delle relazioni di laboratorio.

Insegnamento N.12: Introduzione alla Chimica Industriale

Modulo: unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione:1**	**Laboratorio: 1**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il percorso formativo si propone di fornire i concetti di base per la comprensione dei problemi della Chimica Industriale e la consapevolezza dell'interconnessione esistente tra prodotto e processo. Il corso fornisce una panoramica della struttura dell'industria chimica e delle tecnologie più comuni impiegate nei processi chimici industriali. Vengono illustrati, a titolo di esempio, una serie di processi industriali basati sia su catalisi omogenea che eterogenea. Lo studente deve dimostrare di aver compreso le motivazioni che portano da considerazioni di base sulla termodinamica, cinetica o catalisi ad una certa particolare configurazione del processo industriale. Lo studente deve dimostrare di aver ben chiare le differenze tra catalisi eterogenea ed omogenea su scala industriale.

Programma del corso:
Introduzione alla chimica industriale ***(Totale: 6 CFU)***
1) Struttura dell'industria chimica; materie prime; elementi di tecnologia di processo (flow-sheet). ***(0.5 CFU)***
2) Produzione del gas di sintesi. Bulk chemicals dal gas di sintesi: ammoniaca, metanolo, reazioni di Fisher-Tropsch. ***(1 CFU)***
3) Prodotti chimici inorganici: acido solforico, acido nitrico. ***(0.5 CFU)***
4) Catalisi omogenea ed esempi di processi industriali: acetaldeide; dimetil-tereftalato ed acido tereftalico, idroformilazione, acido acetico. ***(1 CFU)***
5) Catalisi eterogenea ed esempi di processi industriali: etilbenzene e stirene; ossido di etilene ***(0.5 CFU)***
6) Principali tipologie di reattori utilizzati in processi catalitici omogenei ed eterogenei ***(0.5 CFU)***
7) Processi di raffineria: processi fisici, processi termici, processi catalitici. ***(1 CFU)***
8) Steam cracking: produzione di alcheni leggeri ***(0.5 CFU)***
9) Chimica fine ***(0.5 CFU)***

Testi di riferimento:
1) J.A. Moulijn, M. Makkee, A. van Diepen; Chemical Process Technology; Wiley, 2ed, 2013
2) Dispense delle lezioni, slides del docente. Tutto il materiale è disponibile sul sito del docente in formato pdf.

Propedeuticità: Chimica Generale I, Chimica Organica I

Modalità di accertamento del profitto: Prova finale scritta e orale

Insegnamento N.13: **Principi di Chimica Industriale con Esercitazioni**

Modulo: unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04		**CFU: 9**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione:1**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare): 48 ore Lezione, 36 ore di esercitazioni		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:
Lo studente deve dimostrare di saper comprendere il comportamento dei processi industriali attraverso il ricorso a elementi di: termodinamica applicata, cinetica applicata, catalisi (omogenea ed eterogenea), trasferimento di materia e di energia (limitazione diffusiva esterna ed interna), reattoristica di laboratorio. Una sezione parallela del corso è dedicata alla programmazione in MATLAB per la risoluzione di problemi di calcolo di interesse per la chimica industriale.
Lo studente deve dimostrare di essere in grado di impostare e risolvere problemi relativi a bilanci di materia e di energia su sistemi continui, batch e semibatch. I bilanci inoltre possono essere relativi a: equilibri chimici, cinetica chimica nei reattori di laboratorio, unità di separazione di laboratorio. Lo studente deve dimostrare di essere in grado di risolvere esercizi di calcolo (bilanci di materia ed energia) utilizzando codici Matlab appositamente sviluppati o fogli di calcolo Excel.

Programma del corso:
Parte I – Bilanci di materia e di energia **(Totale 5 CFU)**
1 Introduzione ai calcoli di processo **(0.5 CFU)**
2 Fondamenti dei bilanci di materia. **(1 CFU)**
3 Bilanci di materia su sistemi a fase singola e su sistemi multifasici **(0.5 CFU)**
4 Fondamenti dei bilanci di energia. **(1 CFU)**
5 Bilanci di energia su sistemi non reattivi. Bilanci di energia su sistemi reattivi. **(1 CFU)**
6 Cinetica chimica applicata a reattori di laboratorio **(0.5 CFU)**
7 Fenomeni di trasporto per reattori di laboratorio **(0.5 CFU)**
Parte II – Matlab per il calcolo di processo **(Totale: 4 CFU)**
1 Il Matlab come linguaggio di programmazione **(1 CFU)**
2 Principali comandi e funzioni di Matlab: vettori e matrici, file di script, funzioni, istruzioni condizionali, cicli, grafici. **(0.5 CFU)**
3 Risoluzione di sistemi di equazioni lineari. Regressione lineare. Regressione polinomiale **(0.5 CFU)**
4 Risoluzione equazioni non lineari (singole e sistemi). **(0.5 CFU)**
5 Integrazione numerica di equazioni differenziali ordinarie e sistemi di equazioni. **(1 CFU)**
6 Problemi di ricerca di minimo in funzioni non lineari (fitting di modelli su dati sperimentali). **(0.5 CFU)**

Testi consigliati:
1) R.M. Felder, R.W. Rousseau, Elementary Principles of Chemical Processes, Wiley (testo di riferimento)
2) R. H.Perry, D.W. Green, Perry's Chemical Engineers' Handbook, McGraw Hill
3) O. A. Hougen, K. M. Watson, R. Ragatz, Principi dei processi chimici, Vol.I, II, Ed. Ambrosiana.
4) B. Hahn, D. Valentine; Essential Matlab for Engineers and Scientists; Academic Press, 4ed, 2010.
5) Dispense delle lezioni, slides, raccolta di esercizi svolti. Tutto il materiale è disponibile sul sito del docente in formato pdf, excel o matlab.

Propedeuticità: Matematica I, Chimica Fisica I

Modalità di accertamento del profitto: Prova finale scritta e orale

Insegnamento N.14: **Chimica Analitica II e Laboratorio**

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/01		**CFU: 8**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione:1**	**Laboratorio: 1**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:

Scopo del corso è l'apprendimento delle principali tecniche di analisi strumentali, necessarie per effettuare l'analisi di matrici complesse ed i criteri per la scelta del metodo analitico più adatto a risolvere problematiche reali. In particolare gli argomenti trattati riguardano i metodi elettrochimici (potenziometria, voltammetria), i metodi spettroscopici (UV-VIS, IR, fluorescenza, assorbimento ed emissione atomica, fluorescenza ai raggi X) ed i metodi cromatografici (gascromatografia, cromatografia liquida, elettroforesi capillare, cromatografia ionica e cromatografia con fluidi supercritici). Particolare risalto viene dato alle procedure di trattamento del campione pr l'analisi (campionamento estrazione, purificazione e preconcentrazione).

Programma

Celle potenziometriche. Elettrodi di riferimento. Elettrodi di misura. Elettrodi ionoselettivi. Misura di concentrazioni ioniche in soluzione. Polarizzazione e sovratensione. Corrente di diffusione. Polarografia. Potenziale di semionda. Elettrodi solidi rotanti. Elettrodo di Clark. Voltammetria ad impulsi differenziali. Cenni di voltammetria ad onda quadra. Voltammetria di ridissoluzione. Spettri atomici e molecolari. Spettrofotometria UV-VIS. Spettroscopia Infrarossa (IR). Spettrofotometria in trasformata di Fourier. Fluorescenza e fosforescenza. Spettri di eccitazione e di emissione. Schema di uno spettrofluorimetro. Assorbimento ed emissione atomica. Spettrofotometria di assorbimento atomico. Interferenze spettrali. Spettrofotometria di emissione atomica. Spettroscopia ICP. Spettroscopia XRF a dispersione di lunghezze d'onda ed a dispersione di energia. Spettrometria di massa: principi e componenti strumentali. Spettroscopia ICP-MS. Principi del metodo cromatografico. Meccanismi di separazione. Metodi di eluizione. Fasi stazionarie e fasi mobili. Caratterizzazione di un sistema cromatografico. Teorie del processo cromatografico. Gascromatografia: principi e strumentazione. Rivelatori in GC. Spettrometria di massa in gascromatografia. Cromatografia in fase supercritica (SFC).Cromatografia in fase liquida (HPLC): principi e strumentazione. Cenni di cromatografia su carta e su strato sottile (TLC). Analisi isocratica ed in gradiente di polarità.. Apparato strumentale. Rivelatori in HPLC. Impiego della spettrometria di massa. Elettroforesi capillare. Cromatografia di scambio ionico. Cromatografia ionica.

Esercitazioni di laboratorio.

Determinazione di metalli (Cu, Cd, Pb, Zn) presenti in tracce mediante polarografia ad impulsi differenziali. Determinazione del Fe(III) e del Mn(II) in un campione di acqua potabile, mediante spettroscopia di assorbimento atomico. Valutazione potenziometrica della concentrazione acida di un campione di pioggia. Determinazione della quantità di Fe (II) in un minerale (sale di Mohr). Determinazione spettrofluorimetrica di formaldeide in miscele complesse. Analisi spettrofotometrica multicomponente di aspirinae vitamina C in un analgesico. Determinazione della caffeina in miscele mediante cromatografia liquida (HPLC). Analisi gascromatografica del contenuto di solventi aromatici in un'acqua. Determinazione del contenuto di fenolo e catecolo in miscele mediante HPLC. Valutazione della concentrazione di oli di un campione di acqua reflua, mediante spettroscopia FT-IR.

Materiale didattico.

Dispense del docente, monografie.

Testi.

Sono disponibili dispense del docente.
D.A.Skoog, J.J.Leary, *Chimica Analitica Strumentale*, EdiSES.
Harris, *Chimica Analitica Quantitativa,* Zanichelli.
Mentasti, Saini, Analisi chimica cromatografica, Piccin

Propedeuticità: Chimica Analitica I e Laboratorio

Modalità di accertamento del profitto: E' previsto un esame consistente in una prova scritta e/o orale e una prova pratica di laboratorio.

Insegnamento N.15: Chimica Macromolecolare II

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04-05		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:
Acquisizione di concetti di base relativi alla statistica conformazionale delle macromolecole in soluzione e nello stato fuso. Fornire le basi teoriche per lo studio delle soluzioni e delle miscele polimeriche. Apprendimento delle caratteristiche di formazione dei reticoli polimerici (gels, elastomeri e termo-set), e delle teorie di base per lo studio delle proprietà di tali sistemi; termodinamica della gomma e teoria dell' elasticità. Gli studenti apprenderanno le strategie dell' approccio teorico per lo studio di sistemi complessi, i vantaggi pratici ma anche i limiti di tale approccio. Verrà illustrata la necessità e l' importanza di ricorrere alle teorie (utilizzando i metodi della termodinamica-statistica) ai fini di trovare le leggi generali di comportamento dei polimeri, attraverso continui richiami di fatti sperimentali. L' apprendimento delle nozioni teoriche di base consente infatti di affrontare gli aspetti pratici della lavorazione e produzione dei materiali polimerici in maniera più proficua rispetto all' approccio puramente empirico. Durante il corso gli studenti apprenderanno inoltre le principali tecniche per la determinazione della forma delle macromolecole in soluzione diluita e semidiluita e nei fusi polimerici, per la caratterizzazione di miscele e gels polimerici.

Programma:
Richiami delle nozioni di base apprese nel I corso di Chimica Macromolecolare: definizione di polimero, costituzione, conformazione, configurazione e masse molecolari. Soluzioni di polimeri. Buoni e cattivi solventi. Solvente ideale. Esponenti critici delle dimensioni delle macromolecole in soluzione e concetto di autosimilarità. Catena ideale. Segmento statistico di Kuhn. Modello a snodi liberi. Modello a rotazioni libere. Modello a rotazioni impedite. Modello worm-like. Modello RIS. Determinazione sperimentale delle dimensioni delle macromolecole in soluzione. Effetto volume escluso. Buoni e cattivi solventi e derivazione degli esponenti critici. Ipotesi di Flory per le dimensioni delle macromolecole nel fuso e nello stato amorfo. Termodinamica delle soluzioni polimeriche; soluzione ideale, soluzione regolare e soluzioni di polimeri. Determinazione sperimentale delle dimensioni delle macromolecole nello stato amorfo e nello stato fuso. Equazione di Flory-Huggins. Miscele polimeriche. Parametro di Flory e dipendenza dalla temperatura. Diagrammi di fase. Punto critico. Determinazione sperimentale dei diagrammi di fase. Reticoli, gels ed elastomeri. Gel fisici e gel chimici. Transizioni sol-gel e percolazione; aspetto della continuità di tali transizioni. Teoria a campo medio della gelificazione. Metodi sperimentali per la determinazione di frazione di sol e di gel e per la caratterizzazione strutturale di gels. Definizione di elastomero. Termodinamica di una gomma e verifica sperimentale della natura entropica dell' elasticità. Energia libera della catena ideale. Teoria dell' elasticità della gomma: modello del network a deformazione affine.

Testi consigliati. oltre alle dispense fornite dal docente, i testi consigliati sono:
M. Rubinstein, R. H. Colby, Polymer Physics, Oxford University Press.
P. J. Flory Principles of Polymer Chemistry, Cornell University Press.
Seymour/Carraher's, Polymer Chemistry, Marcel Dekker.

Propedeuticità : Chimica Macromolecolare I

Modalità di accertamento del profitto: Eventuali prove scritte in itinere. Prova finale scritta e/o orale. Esercitazione al calcolatore.

Insegnamento N.16: Operazioni Unitarie e Reattori Chimici con Laboratorio

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: ING-IND/25		**CFU: 9**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione: 1**	**Laboratorio: 1**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Fornire gli elementi necessari per la qualificazione professionale su fenomeni di trasporto di quantità di moto calore e materia, operazioni unitarie e reattori chimici, da realizzare attraverso la somministrazione di lezioni teoriche, esercitazioni numeriche e pratica di laboratorio.

Programma delle lezioni teoriche Principi della distillazione binaria. Distillazione flash a stadio singolo. Colonne di distillazione. Condizioni di lavoro. Rapporto di riflusso. Retta di alimentazione. Metodo grafico di McCabe-Thiele per il dimensionamento di una colonna di distillazione. Rapporto di riflusso minimo. Numero minimo di stadi. Rapporto di riflusso ottimale. Operazioni di rettifica e di stripping. Caratteristiche costruttive degli stadi di contatto. Efficienza di Murphree e numero degli stadi di contatto reali.

Principi dell'estrazione liquido-liquido. Estrazione liquido-liquido a stadio singolo; quantità minima e massima di solvente. Estrazione liquido-liquido a stadi multipli a flussi incrociati. Estrazione liquido-liquido in controcorrente semplice; quantità minima e massima di solvente. Estrazione liquido-liquido in controcorrente con riflusso; rapporto minimo di riflusso e numero minimo di stadi. Caratteristiche costruttive degli estrattori liquido-liquido.

Trasporto molecolare di quantità di moto, calore e materia. Leggi di Newton, di Fourier e di Fick. Controdiffusione equimolecolare e trasporto in un gas stagnante. Trasporto di calore in geometria cilindrica. Regime di moto laminare in condotti cilindrici. Moto viscoso attorno a una sfera. Regime di Stokes. Trasporto con generazione. Regime di moto turbolento. Diffusività turbolenta di quantità di moto. Analisi del rapporto di meccanismi. Fattore d'attrito e numero di Reynolds. Fattore di forma e resistenza del mezzo. Coefficienti generalizzati di trasporto in regime di moto turbolento. Coefficiente di trasporto di calore. Numeri di Nusselt e di Prandtl. Coefficiente di trasporto di materia. Numeri di Sherwood e di Schmidt. Analogia di Colburn.

Trasporto di calore tra fasi. Caratteristiche costruttive degli scambiatori di calore. Gradi di libertà nelle operazioni di scambio termico. Condizioni minime di lavoro. Dimensionamento degli scambiatori di calore a tubi concentrici.

Trasporto di materia tra fasi. Caratteristiche costruttive delle colonne a riempimento. Gradi di libertà nelle operazioni di assorbimento gas-liquido. Portata minima di liquido assorbente. Condizioni di allagamento nelle colonne a riempimento e dimensionamento trasversale. Dimensionamento longitudinale delle colonne a riempimento. Altezza unitaria di trasferimento e numero delle unità di trasferimento. Trasporto simultaneo di calore e materia. Grandezze caratteristiche del sistema aria-acqua. Temperatura di saturazione adiabatica e temperatura di bulbo umido. Cenni sul trasporto di energia per irraggiamento.

Reattori chimici ideali per la conduzione di processi omogenei ed isotermi. Reattore discontinuo (STR), reattore tubolare ideale con flusso a pistone (PFR) e reattore a tino a completa miscelazione (CSTR). Relazioni analitico-grafiche tra il tempo (di reazione, di riempimento, medio di permanenza), la produttività, le espressioni cinetiche e le condizioni di lavoro. Progettazione di reattori chimici in condizioni ottimali. Introduzione alla catalisi eterogenea. Intervallo di temperatura di potenziale attività catalitica. Cinetiche semplificate di processi catalitici eterogenei. Reattori catalitici a letto fisso e a letto fluidizzato.

Programma delle esercitazioni numeriche Reattori chimici: dimensionamento e scelta delle migliori condizioni operative per reazioni singole, omogenee ed isoterme. Distillazione di miscele binarie: progetto delle apparecchiature mediante il metodo di McCabe-Thiele. Estrazione liquido-liquido: progetto di estrattori singoli o in batteria, con flussi in controcorrente o incrociati. Scambio termico: progetto di apparecchiature a tubi concentrici. Assorbimento gas-liquido: progetto di apparecchiature a riempimento e a piatti.

Programma dell'attività di laboratorio

Analisi diffrattometrica dei raggi X su polveri: individuazione delle principali fasi cristalline. Analisi granulometrica laser su polveri: calcolo della distribuzione granulometrica assoluta e cumulativa e dei diametri equivalenti. Analisi porosimetrica ad intrusione di mercurio su polveri: calcolo della distribuzione porosimetrica assoluta e cumulativa. Reattori a letto fluidizzato: messa in funzione dell'apparecchiatura, misure di portata, perdita di carico ed altezza del letto, verifica delle relazioni tra le tre proprietà.

Fonti bibliografiche Appunti dalle lezioni.; A.S. Foust, L.A. Wenzel, C.W. Clump, L. Maus, L.B. Andersen, *I Principi delle Operazioni Unitarie*, Casa Editrice Ambrosiana.**;** O. Levenspiel, *Chemical Reaction Engineering*, Ed. Wiley/Casa Editrice Ambrosiana.

Propedeuticità: Matematica II, Fisica I e Lab.

Modalità di accertamento del profitto: E' previsto un esame consistente nella stesura di una relazione sulle attività di laboratorio seguita da prova finale scritta e orale.

Insegnamento N.17: Chimica Fisica II

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/02		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione: 1**	**Laboratorio: 1**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino:
Introduzione al linguaggio della meccanica quantistica molecolare, già introdotto nel corso di chimica generale, nei termini di struttura atomica, legame chimico, transizione spettroscopica.
Definizione delle grandezze termodinamiche sulla base di osservabili molecolari e spettroscopici.

Programma

La teoria quantistica I fallimenti della fisica classica. La radiazione del corpo nero. Le capacità termiche. L'effetto foroelettrico. La diffrazione di elettroni. Spettri atomici e molecolari. Dinamica dei sistemi microscopici. L'equazione di Schrödinger. L'interpretazione di Born. Il principio di indeterminazione. Applicazioni della meccanica quantistica. Traslazione: moto in una dimensione. L'effetto tunnel. Rotazione: la particella in moto circolare. Vibrazione: l'oscillatore armonico.

La chimica quantistica: la struttura atomica Atomi idrogenoidi. Spettri degli atomi idrogenoidi. Energie permesse. Numeri quantici. Funzioni d'onda: orbitali s, p e d. Lo spin elettronico. Transizioni spettrali e regole di selezione. Gli atomi multi-elettronici. L'approssimazione orbitalica. Il principio di esclusione di Pauli. Penetrazione e schermaggio. Il principio di Aufbau. Andamento periodico delle proprietà atomiche. Spettri degli atomi complessi. Simboli di termine. Accoppiamento spin-orbita. Regole di selezione.

La chimica quantistica il legame chimico Classificazione dei legami. Teoria del legame di valenza. Molecole biatomiche. Molecole poliatomiche. Promozione e ibridizzazione. Risonanza. Orbitali molecolari. Molecole di idrogeno e di elio. Molecole biatomiche del secondo periodo. Simmetria e sovrapposizione. Struttura elettronica delle molecole biatomiche omonucleari ed etero nucleari. Struttura delle molecole poliatomiche. Il metodo di Hückel.

Le interazioni molecolari Interazioni di van der Waals. Interazioni fra cariche parziali. Momenti dipolari elettrici. Interazioni fra dipoli. Momenti dipolari indotti. Interazioni di dispersione. Legame a idrogeno. Effetto idrofobico. Modelli di interazione totale.

Solidi metallici, ionici e covalenti Il legame nei solidi. Teoria delle bande dei solidi. Occupazione delle bande. Semiconduttori. LED. Superconduttività. Il modello ionico del legame. Entalpia reticolare. Reticoli covalenti. Proprietà magnetiche dei solidi.

Spettroscopia: rotazioni e vibrazioni molecolari Caratteristiche generali della spettroscopia. Tecniche sperimentali. Misure di intensità. Regole di selezione. Larghezza delle righe. Spettroscopia rotazionale. Livelli energetici rotazionali delle molecole. Popolazione degli stati rotazionali. Transizioni rotazionali: spettroscopia a microonde. Spettri vibrazionali. Transizioni vibrazionali. Anarmonicità. Vibrazioni delle molecole poliatomiche. Spettri vibrorotazionali.

Spettroscopia: transizioni elettroniche e fotochimica Spettri visibili e UV. Il principio di Franck-Condon. Dicroismo circolare. Esempi di transizioni elettroniche. Decadimento radiativo e non radiativo. Fluorescenza e fosforescenza. Il rendimento quantico. Laser.

Spettroscopia: la risonanza magnetica Principi di risonanza magnetica: comportamento di elettroni e nuclei in un campo magnetico. La risonanza paramagnetica elettronica: il fatore g e la struttura iperfine.

Termodinamica Statistica La funzione di partizione. La distribuzione di Boltzmann. La funzione di partizione molecolare. Le proprietà termodinamiche: energia interna, capacità termica, entropia ed Energia di Gibbs. Fondamento statistico dell'equilibrio chimico.

Il corso prevede una sessione di laboratorio in cui gli studenti misurano ed elaborano lo spettro roto-vibrazionale di una molecola biatomica.

Testi di riferimento: P. Atkins, J. De Paula, Chimica Fisica, Zanichelli (V ed.); P. Atkins, Meccanica quantistica molecolare, Zanichelli

Propedeuticità: Matematica II

Modalità di accertamento del profitto: Relazioni su prove di laboratorio, eventuali prove in itinere e una prova finale orale

Insegnamento N.18: Chimica Biologica

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: BIO/10		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Il corso è volto alla acquisizione da parte dello studente della struttura e funzione delle principali molecole di interesse biologico, con particolare attenzione ad amminoacidi, proteine ed acidi nucleici. Parte centrale del corso è la trattazione degli enzimi, del significato di catalisi e dei principi del metabolismo cellulare. Contenuti: struttura e funzione delle proteine. Funzione degli enzimi, regolazione enzimatica e concetti di base della cinetica enzimatica. Struttura e funzione delle membrane biologiche. Concetto di metabolismo. Esempi di vie metaboliche con cenni alle interconnessioni metaboliche ed ai principali sistemi di controllo. Acidi nucleici e flusso dell'informazione genetica.

Programma:

La Natura Molecolare dei Fenomeni Biologici. Introduzione alla chimica biologica Procarioti ed eucarioti Termodinamica e processi biologici: metabolismo e molecole ad alto contenuto energetico. Macromolecole biologiche. Il dogma centrale del flusso dell'informazione genetica.

Gli Amminoacidi Gli amminoacidi: classificazione in base alla natura chimica della catena laterale. Gli amminoacidi ed il codice genetico

Il Legame Peptidico. Isomeria cis-trans Grafico di Ramachandran La catena polipeptidica

I Livelli di Organizzazione Strutturale delle Proteine. La struttura secondaria delle proteine: α-elica e struttura β. Turn Le proteine fibrose: α e β cheratine. Collagene. Idrossiprolina e le modifiche post-traduzionali La struttura terziaria. I domini proteici. La struttura quaternaria.

Le Forze che Stabilizzano la Struttura Tridimensionale delle Proteine. Interazioni elettrostatiche. Legami idrogeno. Interazioni idrofobiche. Forze di van der Waals.Ponti disolfurici. Lo stato nativo e lo stato denaturato. Denaturazione reversibile ed irreversibile delle proteine. Agenti denaturanti chimici e fisici Il folding proteico. Termodinamica del folding proteico. Il folding proteico in vivo: chaperon molecolari e disolfuro isomerasi. Malattie connesse con un errato folding proteico.

Evoluzione Cenni sull'allineamento di sequenze proteiche, sostituzioni amminoacidiche e relazioni struttura-funzione.

Introduzione alla Cinetica Enzimatica Reazioni catalizzate ed enzimi. Caratteristiche degli enzimi. Il sito attivo. Termodinamica e catalisi enzimatica. Cofattori, apoenzimi ed oloenzimi.

Meccanismi della Catalisi Enzimatica Effetti di prossimità ed orientamento. Effetto del microambiente. Effetti entropici. Meccanismi di catalisi acido-base, covalente, elettrofila, intramolecolare. Riconoscimento enzima-substrato: modello toppa-chiave e modello dell'adattamento indotto.

Cinetica Enzimatica Equazione di Michaelis e Menten. Significato di K_M, k_{cat} ed efficienza catalitica. Effetto della T e del pH sull'attività enzimatica. Inibizione reversibile ed irreversibile. Inibizione competitiva, non-competitiva ed a-competitiva. Enzimi allosterici. Modello simmetrico e modello sequenziale.

Esempi di Meccanismi Enzimatici. La scelta fra più reazioni: gli enzimi PLP dipendenti. Più meccanismi catalitici per catalizzare la stessa reazione: le proteasi a serina, le proteasi a cisteina, le aspartico proteasi, le metallo proteasi. Cenni di applicazioni delle proteasi in processi industriali.

Lipidi e Membrane Biologiche Lipidi e membrane biologiche. Il doppio strado lipidico e il modello del mosaico fluido. Le proteine di membrana.

Gli Acidi Nucleici. DNA ed RNA: struttura e funzione. Il flusso dell'informazione genetica. Cenni su replicazione, trascrizione e traduzione.

Metabolismo. Anabolismo e catabolismo. Ruolo dell'ATP e dei composti "ad alta energia". Un esempio di via metabolica: dalla glicolisi al ciclo di Krebs. Destino del piruvato in condizioni anaerobiche: fermentazione alcolica e fermentazione lattica.

Testi consigliati:

Biochemistry, 4th Edition, Donald Voet, Judith G. Voet, Ed. Wiley. Material didattico interattivo online al sito http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP001782.html#student

Biochimica, 5a edizione, RH Garrett, CM Grisham, Ed. Piccin

Propedeuticità: Chimica Organica II e Laboratorio

Modalità di accertamento del profitto: Esame orale

Esempi di Insegnamenti Opzionali

Insegnamento: Chimica delle Fermentazioni e microbiologia industriale

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/11		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino*: Obiettivo del Corso è di offrire agli studenti gli elementi fondamentali per comprendere i diversi aspetti della produzione microbiologica di sostanze di interesse. Il Corso si propone di illustrare i principi della microbiologia industriale e della chimica delle fermentazioni, in modo da poter comprendere le basi dei processi produttivi e delle applicazioni biotecnologiche dei microrganismi.*

Programma

Concetto di biotecnologia: le biotecnologie tradizionali ed innovative.
I microrganismi di importanza industriale: caratteristiche principali di eubatteri, archeobatteri, streptomiceti, funghi, lieviti. I principali prodotti ottenuti per via fermentativa. Tecniche di microbiologia: isolamento, coltivazione, conservazione. Esigenze nutrizionali ed ambientali. I terreni di coltura: la formulazione del mezzo di crescita. Metabolismo: processi catabolici ed anabolici. Fermentazione e respirazione. Cenni alle principali vie metaboliche. Il miglioramento dei ceppi industriali: mutazione, ricombinazione, ingegneria genetica.
Classificazione delle fermentazioni industriali. Metaboliti primari e secondari. Fermentazioni anaerobiche. Fermentazioni ossidative. Bioconversioni.
Cinetica delle fermentazioni. Coltura batch. Resa di crescita. Modello di Monod. Metodi di misurazione della crescita microbica: determinazione della biomassa e del numero di cellule. Coltura continua. Coltura fed-batch. Produttività.Tecnologia delle fermentazioni: il fermentatore. Operazioni a monte e a valle del processo fermentativo. Formulazione del terreno di fermentazione. Sterilizzazione. Sviluppo dell'inoculo. Aerazione ed agitazione. Recupero del prodotto. Trattamento degli effluenti.
Esempi di alcune produzioni industriali: cibi fermentati e bevande alcoliche. Lievito per panificazione. Acidi organici. Amminoacidi. Enzimi. Antibiotici. Proteine ricombinanti.

Testi consigliati:

Appunti delle lezioni
Donadio S., Marino G. Biotecnologie microbiche, Casa Editrice Ambrosiana.
Enfors S.O. Bioprocess Technology: fundamentals and applications, Hogskoletryckeriet, Stockholm.
Polsinelli M. Microbiologia, Bollati Boringhieri.

Propedeuticità: nessuna

Modalità di accertamento del profitto: prova orale

Insegnamento: Morfologia di Polimeri

Modulo: Unico			
Settore Scientifico Disciplinare: CHIM 04-05		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione: 2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare): 48 ore di lezione		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino: Studio della morfologia dei cristalli polimerici e acquisizione delle principali tecniche microscopiche per lo studio morfologico di polimeri.

Programma

Morfologia dei cristalli polimerici: cristallizzazione da soluzioni, cristallizzazione dal fuso, cristallizzazione in presenza di campi meccanici esterni. Tecniche microscopiche per lo studio morfologico di polimeri: microscopia ottica, microscopia elettronica a scansione e in trasmissione.

Programma Analitico

Introduzione alla morfologia dei polimeri Polimeri cristallini. Modelli per la struttura dei polimeri cristallini: concetto di "friged micellae" e "folded lamellae".

Morfologie di cristalli polimerici da soluzioni Cristalli singoli lamellari, spessore dei cristalli singoli lamellari, forma e abito cristallino dei cristalli singoli lamellari. Determinazione dello spessore lamellare. Substrati di crescita: crescita epitassiale su substrati cristallini. Struttura dei cristalli singoli: chain folding, settori di crescita, "hollow pyramids". Tecniche di decorazione di cristalli singoli lamellari. Struttura del fold: ripiegamenti adiacenti e regolari, ripiegamenti non adiacenti: "Switchboard Model", ripiegamenti adiacenti non regolari. Difetti nei cristalli singoli lamellari. Fusione dei cristalli singoli lamellari e dipendenza della temperatura di fusione dallo spessore lamellare.

Strutture ramificate e multilamellari Cristalli dendritici, cristalli gemellari, cristalli edritici da soluzione e dal fuso, proprietà ottiche degli edriti.

Morfologie per cristallizzazione dal fuso Sferuliti: proprietà ottiche degli sferuliti, orientazione delle macromolecole negli sferuliti. Meccanismo di crescita degli sferuliti. Struttura fine degli sferuliti: difetti e zone amorfe negli sfeuliti.

Cristallizzazione dallo stato amorfo vetroso

Morfologie in presenza di campi meccanici esterni Fibre: classificazione delle fibre. Ottenimento delle fibre sintetiche, cenni sui processi di filatura dal fuso, a secco e umida. Spettri di diffrazione dei raggi X al basso e alto angolo di fibre di polimeri. Modelli per la morfologia fibrosa. Meccanismi di deformazione plastica dalla morfologia sferulitica a quella fibrosa. Cristallizzazione sotto stiro. Cristallizzazione in flusso da soluzione: morfologia a "shish-kebab". Meccanismo di formazione degli shish-kebabs. Struttura e proprietà termiche e meccaniche degli shish-kebabs. Cristallizzazione in flusso dal fuso: morfologie di polimeri ottenuti mediante le tecniche di stampaggio ad iniezione e estrusione con soffiaggio.

Morfologie alternative Cristallizzazione dal fuso sotto pressione: cristalli a catena estesa. Cristallizzazione da soluzione in condizioni di elevati sottroraffreddamenti: cristalli micellari. Morfologie di polimeri nascenti.

Tecniche microscopiche per lo studio morfologico Microscopia ottica (OM): microscopio ottico in luce trasmessa. Tecniche di osservazione in luce polarizzata, in contrasto di fase e in contrasto di interferenza. Studio della crescita radiale di sferuliti mediante microscopia ottica. Cenni sulla microscopia elettronica in scansione (SEM) e in trasmissione (TEM).

Testi consigliati:

Dispense fornite dal docente

P. H. Geil "Polymer Single Crystals" R.E. Krieger Publishing Co., Huntington, N.Y.

N. March and M. Tosi "Polymers, Liquid Crystals, and Low-Dimensional Solids" Plenum Press, N.Y.

Propedeuticità: Nessuna.

Modalità di accertamento del profitto: Prova finale orale**.**

Insegnamento: Cinetica chimica

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/02		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare):		

Obiettivi formativi, riferiti ai descrittori di Dublino L'obiettivo di questo corso è quello di fornire gli elementi fondamentali di uno studio chimico-fisico dei processi chimici, intesi come trasformazione da uno stato iniziale (reagenti) ad uno finale (prodotti).

Programma

Definizione della velocità di una reazione chimica. Fattori che influenzano la velocità: concentrazione e temperatura. Processi elementari e molecolarità. Definizione di un reattore batch a volume costante.

- Processi elementari: reazioni di primo, secondo, e terzo ordine; reazioni di ordine zero; equazione generali e parametri adimensionali**-** Reazioni complesse; ipotesi dello stato stazionario e dell'equilibrio chimico

- I meccanismi dei processi elementari: equazione di Arrhenius; modello di Lewis; teoria delle velocità assolute di reazione;

- Meccanismi di reazione: definizione di meccanismo di reazione; sintesi dell'acido bromidico; reazioni a catena; reazioni di iniziazione, propagazione e terminazione

- Catalisi omogenea: meccanismo di Herzfeld; ipotesi sello stato stazionario; ipotesi dell'equilibrio; catalisi acido-base.

- Catalisi eterogenea: meccanismo generale della catalisi eterogenea; adsorbimento fisico e adsorbimento chimico; isoterma di adsorbimento Langmuir: l'aspetto cinetico: correzioni alla isoterma di adsorbimento di Langmuir per la non idealità del sistema.

- Cinetiche veloci: il T-jump.

Propedeuticità: nessuna

Modalità di accertamento del profitto: Prova Orale

Insegnamento: Scienza e Tecnologia dei Materiali

Modulo: Unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare): 48 ore di lezioni frontali		

Obiettivi formativi: Acquisizione delle nozioni fondamentali sulla scienza e tecnologia dei materiali. Descrizione dei dei principi di base sulla struttura e le proprietà fisiche di metalli, polimeri, ceramici, compositi e di materiali per applicazioni tecnologicamente rilevanti. Descrizione delle relazioni fra struttura e proprietà dei materiali. Introduzione alle principali tecniche di caratterizzazione.

Programma:

Introduzione alla scienza e tecnologia dei materiali. Tipi di materiali: materiali metallici, ceramici, polimerici, compositi, materiali per applicazioni speciali. Relazioni proprietà struttura. Applicazioni.

Lo stato cristallino. Generalità su reticoli spaziali, celle elementari, sistemi cristallini, reticoli. Strutture cristalline di metalli. Polimorfismo. Politipismo. Posizioni interstiziali. Strutture cristalline di ceramici. Strutture di silicati, di zeoliti e di argille. Materiali semicristallini: polimeri. Cenni di morfologia di materiali polimerici.

Metodi preparativi. Reazioni allo stato solido. Meccanismo di reazione di WAGNER. Reazioni topotattiche ed epitattiche. Esempi di sintesi. Metodi con precursori. Cristallizzazione. Vetri e gels. Sintesi di zeoliti. Trasporto in fase vapore. Metodo di van Arkel. Preparazione di composti binari, ternari, quaternari. Modifica di strutture per scambio di ioni e reazioni di intercalazione. Composti della grafite. Dicalcogenuri e metalli di transizione. Riduzione elettrochimica. Preparazione di film sottili: deposizione, ossidazioni, deposizioni di vapori. Sputtering. Evaporazione sotto vuoto. Crescita di cristalli singoli. Metodo di Czochralski. Metodi di Bridgman e Stockbarger. Zone melting. Metodo di Verneuil. Crescita epitassiale di film sottili. Metodi ad alta pressione. Crescita di cristalli singoli.

Vetri. Fattori che influenzano la formazione di un vetro. Elettronegatività e tipo di legame. Viscosità. Regole di Zachariansen. Criteri di Sun e Rawson. Termodinamica di formazione dei vetri. Temperatura di transizione vetrosa. Cinetica di cristallizzazione e formazione del vetro. Strutture e classificazioni dei vetri. Vetri metallici. Materiali vetro-ceramici.

Compositi. Classificazione. Matrici e rinforzi. Compatibilizzanti. Fibre di vetro. Fibre di carbonio . Fibre aramidiche. Produzione e proprietà. Processi di fabbricazione. Compositi a matrice metallica, a matrice ceramica e a matrice polimerica. Strutture a sandwich. Strutture metalliche placcate. Cenni sulle proprietà meccaniche e meccanismi di rinforzo. Legno: struttura e proprietà.

Proprietà elettriche e materiali per l'elettronica.
Conduzione elettrica nei metalli. Semiconduttori intrinseci. Semiconduttori estrinseci. Drogaggio. Dispositivi semiconduttori. Microelettronica. Composti semiconduttori. Proprietà elettriche dei materiali ceramici. Proprietà dei dielettrici. Materiali ceramici per condensatori. Semiconduttori ceramici. Ceramici ferroelettrici. Piezoelettricità.

Proprietà ottiche e materiali superconduttori. Luce e spettro elettromagnetico. Rifrazione, assorbimento, trasmissione e riflessione della luce. Luminescenza. Emissione stimolata di radiazioni e laser. Fibre ottiche. Materiali superconduttori. Proprietà magnetiche dei superconduttori. Flusso di corrente e campi magnetici. Ossidi superconduttori ad alta temperatura critica.

Proprietà magnetiche e materiali magnetici. Campi e grandezze magnetiche. Tipi di magnetismo. Effetto della temperatura sul ferromagnetismo. Domini ferromagnetici. Tipi di energia e struttura dei domini ferromagnetici. Magnetizzazione e smagnetizzazione di un metallo ferromagnetico. Materiali magnetici dolci. Materiali magnetici duri. Ferriti.

Proprietà termiche dei materiali. Capacità termica e calore specifico. Meccanismi con cui i materiali solidi assorbono energia termica. Coefficiente di espansione termica. Espansione termica. Conduttività termica e meccanismi di conduzione nei solidi.

Corrosione e protezione dei materiali Corrosione elettrochimica dei metalli. Celle galvaniche. Velocità di corrosione. Forme di corrosione. Ossidazione dei metalli. Protezione dalla corrosione.

Tecniche di caratterizzazione dei materiali: Analisi termica. Calorimetria differenziale a scansione. Misure di capacità termiche. Determinazione della temperatura e dell'entalpia di fusione. Calibrazione di curve DSC. Fusione di non equilibrio di cristalli di polimeri. Fenomeni di ricristallizzazione, annealing, riorganizzazione e surriscaldamento. Metodi per la determinazione della temperatura di fusione di cristalli metastabili. Temperatura termodinamica di fusione di polimeri. Equazione di Gibbs-Thomson. Metodo di Hoffman-Weeks. Cinetiche di cristallizzazione. Equazione di Avrami. *Tecniche di microscopia*. Microscopia ottica. Microscopia TEM, SEM, AFM, STM.

Testi consigliati: A. R. West "Solid state Chemistry and its Applications", John Wiley & Sons; W.F. Smith & J. Hashemi "Scienza e tecnologia dei materiali", (terza edizione), McGraw-Hill; W.D. Callister "Scienza e ingegneria dei materiali. Una introduzione", (ed. italiana a cura di C. Caneva), EdiSES; Dispense del docente.

Propedeuticità: nessuna	**Modalità di accertamento del profitto:** Prova orale finale.

Insegnamento: Produzione e Proprietà di Polimeri

Modulo: unico			
Settore Scientifico - Disciplinare: CHIM/04/05		**CFU: 6**	
Ore di studio per ogni ora di:	**Lezione:2**	**Esercitazione:**	**Laboratorio:**
	Altro (specificare): 48 ore di lezione		

Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è fornire agli studenti una panoramica sulla produzione, proprietà e applicazioni dei principali polimeri di interesse commerciale, con particolare attenzione alle relazioni tra sintesi, microstruttura delle catene, proprietà finali e impiego del manufatto.

Programma del corso:
Richiamo di alcuni concetti generali e definizioni. Le proprietà dei polimeri e relazioni proprietà – struttura. Classificazione in plastiche, fibre, gomme. Differenza fra materiali termoplastici e termoindurenti. (0.6 CFU)
Gli additivi dei polimeri: cariche, plastificanti, antiossidanti, antifiamma, antistatici, coloranti. Tecnologie di lavorazione dei manufatti polimerici. (0.4 CFU)
Polimeri Termoplastici. Polietilene. Polipropilene isotattico. Polivinilcloruro. Polistirene e copolimeri dello stirene Poliammidi (nylon 6 e nylon 66). Polietilentereftalato. (1.5 CFU)
Polimeri Termoindurenti. Resine fenoliche. Cenni su altri termoindurenti. (0.5 CFU)
Elastomeri. Definizione e proprietà di un elastomero. Gomma naturale: estrazione e purificazione del lattice, compounding. Tecniche di vulcanizzazione. Gomme sintetiche: gomma stirene butadiene. Cenni su altre gomme sintetiche. (1 CFU)
Termoelastomeri. Definizione e proprietà di un elastomero termoplastico. Copolimeri a blocco a base stirene: gomme SBS e SIS. (0.5 CFU)
Cellulosa e plastiche derivate dalla cellulosa. (0.2 CFU)
Fibre. Proprietà e struttura delle fibre. Fibre naturali: fibre cellulosiche e cotone, fibre proteiche (lana e seta). I nylon. Il PET. Tecnologie di filatura delle fibre sintetiche e artificiali. (1 CFU)
Polimeri per usi speciali. PP ad alte prestazioni. Kevlar. Polimeri fluorurati. Cenni sui siliconi (0.3 CFU)

Testi consigliati: Dispense del docente
Materiale supplementare fornito dal docente estratto dalla "Encyclopedia of Industrial Chemistry" Ullmann's.
AIM "Fondamenti di Scienza dei Polimeri" Pacini Editore.

Propedeuticità consigliate: nessuna

Modalità di accertamento del profitto: Prova finale orale